

# TMS320 在交通流视频检测中的应用

刘学练,张 航,熊富强

(中南大学 信息科学与工程学院,湖南 长沙 410075)

**摘要:**针对目前的交通流检测技术,采用 DSP 开发了一种新型的交通流检测系统,从而提高了系统的安装速度、便携性,同时降低了功耗。该系统采用了一种新的车辆检测算法,即选择性背景更新算法,显著提高了交通流参数的数字化检测精度。应用结果表明,该视频检测系统运行稳定可靠、检测精度高,具有一定的实用性和推广价值。

**关键词:**数字图像处理;交通流检测;DSP;选择性背景更新

中图分类号:TP391.4

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)12-0200-03

## Traffic Flow Video Detection Achievement Based on TMS320DSP

LIU Xue-lian, ZHANG Hang, XIONG Fu-qiang

(Information Science and Engineering Institute, Central South University, Changsha 410075, China)

**Abstract:** View of the current traffic flow measurement technology, develops a new type of traffic flow detection system based on DSP, which enhances the system's installation of speed and portability, and reduce power consumption. The system adopts a new vehicle detection algorithm, that is, selective background updating algorithm which significantly improves the digital measurement accuracy of traffic flow parameters. The result shows that this system runs stably and accurately. The technology and methods adopted in the system are practical and worthy of using abroad.

**Key words:** digital image processing; traffic flow detection; DSP; selective background update

## 0 引言

基于视频的交通流参数检测是智能交通的重要组成部分。现有的传统视频检测方法基于工控机,其算法成熟,且已形成相关产品。但其也有缺点:一是由于通用 CPU 没有专用的硬件乘法器,故很难实现图像的实时性处理。二是采用通用工控机,运行 Windows 系统,成本高,要时刻关心机器有没死机,系统有没感染病毒,操作系统的补丁升级等问题。文中提出基于 TI 公司的 TMS320DM642 的交通流视频检测方案,有效解决了这些缺点。

## 1 视频检测系统的硬件设计

系统主要硬件功能模块包括 DSP 模块、视频输入解码模块、外部存储模块、网络发送控制模块及电源管理模块等。基本工作原理是由 CCD 摄像头采集输入

的模拟视频信号,经过视频解码器转换成数字视频信号,DM642 再将采集到的视频数据通过局域网或因特网将数据传输给视频监控中心,构成视频监控系统。该系统可同时检测多个现场。基于 TMS320DM642 的交通流检测系统硬件结构框图如图 1 所示。

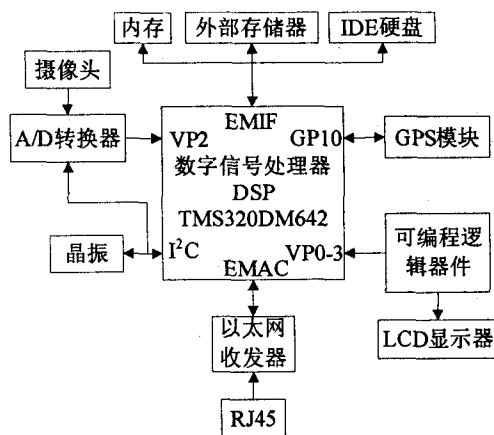


图 1 交通流检测系统硬件结构图

### 1.1 TMS320DM642 DSP 模块

TMS320DM642(以下简称 DM462)是 TI 公司发布的专门面向多媒体应用的专用 DSP。该 DSP 时钟高达 600 MHz, 8 个并行运算单元, 处理能力达

收稿日期:2008-03-15

基金项目:湖南省自然科学基金资助项目(05JJ30121);湖南省科学技术与科技计划(2006GK3130)

作者简介:刘学练(1983-),男,湖北洪湖人,硕士研究生,研究方向为智能控制、数字图像处理;张 航,副教授,硕士生导师,研究领域为图像处理、过程控制、机器人控制以及智能控制等。

4800MIPS;采用二级缓存结构;具有 64 位外接存储器接口,可连接异步或同步的存储器;具有三个可配置的视频接口,可以和视频输入、输出或传输流输入无缝连接,10/100Mbps 以太网口,便于网络应用,还具有 I<sup>2</sup>C 总线模块、数据管理输入输出模块等<sup>[1,2]</sup>。

CCD 摄像机采集交通图像经 A/D 转换,送入 DSP 进行处理、识别,将识别结果和视频存入存储器,并由以太网传输,同时送到 LCD 显示。本系统使用 50MHz 晶体作为 DSP 的外部时钟输入,内部锁相环使用  $\times 12$  模式(CLKMODE1 = 1, CLKMODE0 = 0),系统主频为 600MHz。

### 1.2 视频输入解码模块

视频输入解码模块主要由视频 A/D 转换芯片 SAA7115 及其外围组成。来自摄像头的视频信号在 SAA7115 内部经过钳位、抗混叠滤波、A/D 转换、YUV 分离电路之后,转换成 BT. 656 视频数据流,输入到压缩核心单元 DM642 中。DM642 的 3 个视频接口 VP0、VP1、VP2 与视频编解码芯片相接。视频数据的行/场同步信号包。

### 1.3 图像数据存储模块

图像数据存储及传输控制模块包括 FLASH、SDRAM 接口电路。FLASH 存储器具有可在系统进行电擦写,掉电后信息不丢失的功能,用它来保存系统自启动代码以及系统程序代码,DSP 选择 EMIFA boot 模式时,上电后自动从 CE1 空间装载程序,所以 FLASH 接在 EMIF 的 CE1 空间。SDRAM 存储器的存取速度较高,用它来存放系统运行时的代码以及临时图像数据,接在 DSP 的 EMIF 接口的 CE0 空间。存储器(IDE 硬盘)接在 EMIF 的 CE2 空间,用来存储原始图像数据和识别结果,当作数据记录结果保存<sup>[3]</sup>。

### 1.4 图像传输控制模块

图像传输控制模块主要是 CPLD 电路和以太网接口电路。CPLD 电路是为 FLASH、UART 和 CPLD 异步寄存器空间作地址解码;为 FLASH 产生 3bit 的页选信号;监控来自 UART 的电平中断信号,转换为边沿触发中断信号送给 DSP。以太接口电路将 DM642 传输过来的数据转换为以太网物理层能接收的数据后,通过 RJ-45 头传输到局域网或英特网<sup>[4]</sup>。

DM642 芯片集成了以太网控制器,这样就可很方便地将交通流参数结果通过以太网发送出去,在公路上可以接上 GPS 发送模块,将检测参数(即交通状况)数据发送出去。使得安装有 GPS 的车辆能够得到最新最及时的道路交通信息,从而作出准确的选择。

### 1.5 电源模块

电源部分是硬件系统设计中的重要部分,它将影

响到整机能否可靠运转。其中,要着重考虑以下两点:第一,要有一套保证 DSP 芯片内核和 I/O 能同时上电的解决方案,这样避免对芯片造成损害;第二,在高速电路板中,开关的电磁辐射和线路噪音会干扰器件的实际工作电压,而 DSP 芯片一般要求工作电压偏差不得超过 5%,否则,长时间工作在非正常电压容易缩短芯片寿命甚至于烧毁。因此,本系统中特别设计了电压监控电路来实时监控电压。

## 2 视频检测系统的软件设计

系统的软件部分从功能上来说分成两个部分:车辆检测定位与参数计算两个部分。

检测系统框图如图 2 所示。

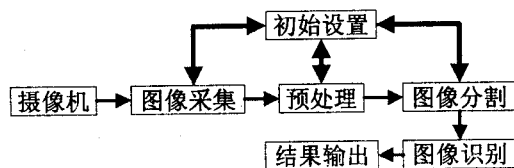


图 2 检测系统框图

### 2.1 车辆检测与定位

对于车辆的检测与定位,采用选择性更新背景算法,该算法是对背景差方法的一种改进。在基于背景差的方法中,车辆检测的效果取决于当前背景的质量。由于天气、光线和阴影等的变化,背景图像必须不断更新,才能保证检测的精度。

该算法的基本原理是将检测区里的经过灰度变换的图像在图像空间域上与背景图像进行差分。当没有车辆进入检测区域时,检测区域的图像接近于背景图像,差分值小于设定的门限阈值;当有车辆进入检测区域时,检测区域的图像就会发生变化,与背景的差分结果将大于设定的门限阈值。因此,通过处理车辆差分图像并对特征点个数进行计数和判断,就可以检测出车辆的存在。

选择性更新背景的方法如图 3 所示,输入图像为  $\{C_{i,j}^n\}$ ,背景图像为  $\{B_{i,j}^n\}$ ,其中  $1 \leq i \leq K, 1 \leq j \leq L$ 。对输入图像的每个像素,计算它与背景图像像素的差:

$$D_{i,j}^n = |C_{i,j}^n - B_{i,j}^n| \quad (1)$$

然后将该差值图像二值化为:

$$V_{i,j}^n = \begin{cases} 0, & \text{其它} \\ 1, & D_{i,j}^n \geq T \end{cases} \quad (2)$$

其中  $T$  是阈值,可定义为差值图像  $\{D_{i,j}^n\}$  的均值与标准方差之和。 $V_{i,j}^n = 1$  表明像素  $C_{i,j}^n$  属于物体(即车辆),否则该像素为背景像素。选择性更新背景的方法表示为:

$$B_{i,j}^{n+1} = \begin{cases} kB_{i,j}^n + (1+k)C_{i,j}^n, & V_{i,j}^n = 0 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (3)$$

式中,  $V_{i,j}^n = 0$  时, 表明该像素为背景像素, 因而进行更新, 否则该像素对应于运动物体, 应保持背景不变。

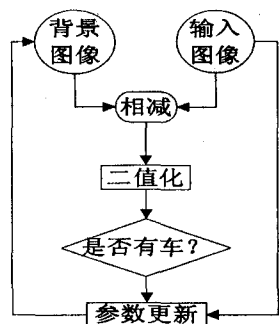


图 3 选择性更新背景流程

## 2.2 参数计算算法

根据图像分割和提取的车辆特征进行车辆数目统计和车辆速度计算, 实现的具体算法如下:

① 计数算法: 设检测区域内的目标特征点的个数 ( $V_{i,j}^n = 1$ ) 为  $K$ ,  $K \geq N$ , 则认为有车通过;  $K < N$  则认为没有车通过。  $N$  为阈值, 是个测量统计值, 其大小视噪声情况做测试和调整。这样就实现了车辆计数。

② 车辆速度算法: 在设置相邻检测线时, 通常设定为已知距离 (一般设为 10m)。这样只需计算车头分别到达两相邻的检测线之间的时间差便可以计算出车辆的速度。在已知车长的前提下, 车辆速度 (实际上是车辆的平均速度) 的计算可以直接在虚拟窗口上操作。对某一检测到并通过的车辆, 只要得到车辆的通过时间, 就可以计算车辆的速度, 计算公式如下:

$$V(k) = \frac{L}{T_{\text{end}}(k) - T_{\text{start}}(k)} \quad (4)$$

其中  $k$  为车辆出现的序号。

③ 类型识别模块: 该模块用于识别车辆的类型。具体算法思路是, 首先从图像分割后的目标图像中选择目标特征 (或特征向量), 再使用判别函数, 进行判别分类, 从而得到分类结果, 由于对交通控制、管理有意义的只是车辆的大小型号, 而不必精确到车辆的实际型号。所以在本系统中, 根据车辆的长度将车辆分为大、中、小就满足要求了。

## 2.3 代码优化

TMS320DM642 有丰富的内部资源和很强的运算性能, 要提高程序的运行速度就要充分利用资源和并行机制, 根据具体软硬件特点进行处理, 以满足实时性要求。对整个程序的优化分为 C 语言级优化和汇编语言级优化<sup>[2]</sup>。

由于 TMS320DM642 是定点 DSP, 所以将浮点运算改为定点运算有明显的效果。DM642 有 64 位数据

线, 可一次性访问 64 位数据, 对要读取或写入 SDRAM 的短字长数据进行打包处理<sup>[4,5]</sup>。DM642 寄存器是 32 位, 而图像数据是 8 位, 将 4 个像素合起计算, 如:

```

: _ amem4 ( &diffbw [ i ][ j ] ) = _ subabs4 ( _
mem4 ( &d [ i ][ j ] ), _ mem4 ( &d [ i ][ j + 1 ] ) )

```

同时进行 4 个像素的差分运算。

由于 C 编译器只能完成 70% 的工作, 为进一步改进性能, 需要对运算量较大的模块使用汇编语言级优化。用线性汇编改写复杂函数中的循环体, 提高软件流水效率。

经过代码优化后, 运行时间从优化前的 2.1s 减少到优化后的 0.07s, 快了 30 倍。明显提高了车辆识别速度, 使系统达到实时性要求。

## 3 视频检测系统的工作流程

DM642 的视频端口通过 4 个视频解码芯片 SAA7115 能很方便地实现和 4 个 CMOS 摄像头的无缝连接。摄像头输出的模拟视频信号经 SAA7115 模数转换后, 形成 BT. 656 格式的数字视频信号, 从 DM642 的视频端口输入, 由基于 DM642 的软件编码器编码压缩处理 (本系统中使用 MPEG4 的视频编码标准), 处理后生成的数字视频码流数据有 4 种去向, 根据实际使用情况进行选择:

① 通过扩展的 ATA 接口将数据传送到 IDE 硬盘进行本地存储;

② 将数据打包然后通过以太网接口将数据传送到远程服务器进行保存;

③ 将数据通过内置 PCI 接口传送到本地主机, 对数据进行保存或进一步处理;

④ 通过视频编码器 SAA7121 将数据数模转换后输出 PAL 制式信号到监视器进行本地回显。

系统中的视频编、解码芯片都具有 2 个外部接口: 数据口和控制口。前者用于输入/输出视频数据流, 后者用于设置编解码器的工作参数, 通过 I<sup>2</sup>C 总线实现。UART 接口从 EMIF 扩展而来, 通过标准 RS232 接口可以将系统的工作状态可视化在 PC 机的超级终端窗口, 便于设计人员即时了解系统的工作情况。交通流视频检测的 PC 机上实现的界面如图 4 所示。

## 4 结束语

在公路上随机采集 200 幅图像, 去除受到严重干扰的图像进行实验, 车辆白天识别率为 97%, 夜间识别率为 88.9%, 平均处理时间为 70ms。实验结果基本

(下转第 206 页)

体情况见表 1。

对于中文论文引文信息数据集,把 1500 篇中的 1000 篇作为训练语料,剩下的 500 篇作为测试语料。同样在这里把文中提出的算法和文献[4]所提出的算法都对上面的语料进行语义项抽取,具体情况见表 2。

表 1 论文头部信息抽取结果

抽取域	文中结果			文献[2]结果		
	P	R	F	P	R	F
标题	0.972	0.984	0.957	0.914	0.846	0.878
作者	0.986	0.947	0.963	0.921	0.823	0.869
单位	0.978	0.915	0.945	0.917	0.820	0.871
地址	0.975	0.935	0.955	0.918	0.814	0.865
邮编	0.998	0.982	0.990	0.958	0.914	0.936
摘要	0.989	1.000	0.995	0.973	0.978	0.975
关键字	0.979	0.939	0.957	0.922	0.901	0.912
中图分类号	0.987	0.968	0.981	0.963	0.956	0.959
文献标识码	0.998	0.997	0.998	0.978	0.981	0.980

表 2 中文论文引文信息抽取结果

抽取域	文中结果			文献[4]结果		
	P	R	F	P	R	F
作者	0.988	0.973	0.980	0.904	0.842	0.872
标题	0.986	0.945	0.966	0.891	0.816	0.842
期刊名	0.998	0.982	0.990	0.958	0.914	0.936
刊号	0.954	0.955	0.955	0.862	0.860	0.862
日期	0.998	0.982	0.990	0.958	0.914	0.936
页码	0.998	0.997	0.998	0.978	0.981	0.980

从表 1 和表 2 可以看出所提出的信息抽取算法优于文献[2]和文献[4]所提出的算法。用本体对文本内容进行描述和用行本体相似度计算本体相似度,可以增强信息抽取的效率。

(上接第 202 页)

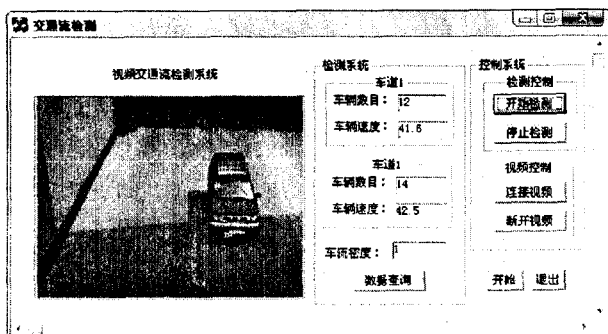


图 4 系统实现界面

达到预期效果,只是在夜间的效果有待进一步的提高。实验表明文中提出的基于 DSP 的汽车牌照识别系统实时性好,系统稳定可靠、机动灵活,具有广泛的市场

## 5 结束语

文中针对不能充分利用本体语义关系这一问题,提出一种基于本体相似度的中文论文头部信息和引文信息抽取方法。系统还处于初级阶段,本体库不够健全;在以后的工作中将完善本体库,改进本体相似度算法,比如在计算 2 个实例集合的相似度时,考虑更为合理的算法,以及对各种测试数据的适应性,都需要进一步研究和探讨。

### 参考文献:

- [1] 李朝光,张 铭,邓志鸿,等. 论文元数据信息的自动抽取[J]. 计算机工程与应用,2002,38(21):189-191.
- [2] 李胜利,李昌清,袁平鹏,等. 基于 Web 的电子期刊元数据信息抽取方法[J]. 华中科技大学学报,2007,35(12):13-15.
- [3] 陈 兰,左志宏,熊 毅,等. 一种新的基于 Ontology 的信息抽取方法[J]. 计算机应用研究,2004,21(8):155-157.
- [4] 郭志鑫. 基于本体的文档引文元数据信息抽取[J]. 微计算机信息,2006,22(18):304-306.
- [5] Xavier C, Lluís M, Lluís P. Learning a Perceptron-based Named Entity Chunker via Online Recognition Feedback[EB/OL]. 2003-02. <http://www.cnts.ua.ac.be/conll2003/pdf/15659car.pdf>.
- [6] 张承立,陈剑波,齐开悦. 基于语义网的语义相似度算法改进[J]. 计算机工程与应用,2006,42(17):165-166.
- [7] 周顺先,林亚平,王耀南. 基于主动学习隐马尔可夫模型的文本信息抽取[J]. 湖南大学学报,2007,34(6):74-77.
- [8] Yaoyong L, Kalina B, Hamish C. SVM Based Learning System for Information Extraction[M]. Berlin: Springer, 2005.
- [9] 李保利,陈玉忠,俞士汶. 信息抽取研究综述[J]. 计算机工程与应用,2003,39(10):1-5.

### 应用前景。

### 参考文献:

- [1] TI. TMS320DM642 Video/Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor Data Manual[M]. Dallas: Texas Instruments, 2004.
- [2] 李方慧,王 飞,何培琨. TMS3206000 系列 DSPs 原理与应用[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社,2003.
- [3] TI. TMS320C6000 DSP External Memory Interface Reference Guide[M]. Dallas: TI, 2004.
- [4] TI. TMS320C64x Image/Video Processing Library Programmer's Reference[M]. Dallas: TI, 2003.
- [5] TI. TMS320C6000 DSP/BIOS Application Programming Interface (API) Reference Guide[M]. Dallas: TI, 2004.